

중·고령자의 추정 심폐체력과 근감소성 비만과의 연관성

김정현 MS, 이인환 PhD, 강현식 PhD

성균관대학교 스포츠과학대학

The Association Between Estimated Cardiorespiratory Fitness and Sarcopenic Obesity in Middle-Aged and Older Adults

Jeonghyeon Kim MS, Inhwan Lee PhD, Hyunsik Kang PhD

College of Sports Science, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

PURPOSE: This study aimed to examine the association between estimated cardiorespiratory fitness (eCRF) and sarcopenic obesity in Korean middle-aged and older adults.

METHODS: This study used the data from the 2008–2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey involving 8,252 Korean adults aged ≥ 50 years (56.6% women). Participants were classified into normal, sarcopenia, obesity, and sarcopenic obesity groups based on the presence of sarcopenia and/or obesity phenotypes. eCRF was assessed using sex-specific algorithms and classified as low (lowest 25%), middle (middle 50%), and high (highest 25%) categories. Logistic regression analyses were used to estimate the odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) for the risk of sarcopenic obesity according to eCRF categories.

RESULTS: The middle and low eCRF groups had a significantly higher risk of sarcopenia (OR=1.688, 95% CI=1.438–1.981 and OR=2.877, 95% CI=2.366–3.498; respectively) than the high eCRF group (OR=1), a significantly higher risk of obesity (OR=1.810, 95% CI=1.533–2.137 and OR=5.103, 95% CI=4.234–6.151; respectively) than the high eCRF group (OR=1), and a significantly higher risk of sarcopenic obesity (OR=2.852, 95% CI=2.371–3.429 and OR=12.008, 95% CI=9.866–14.616; respectively) than the high eCRF group (OR=1). The risks of sarcopenia, obesity, and sarcopenic obesity in the middle and low eCRF groups remained statistically significant after adjusting for all the measured covariates.

CONCLUSION: The results suggest that eCRF is an independent predictor of sarcopenic obesity in Korean middle-aged and older adults, implying the importance of promotion of CRF as a preventive measure against sarcopenic obesity.

Key words: Physical activity, Cardiorespiratory fitness, Sarcopenia, Obesity, Sarcopenic obesity

서론

의료기술의 발달, 출산율의 저하, 베이비 붐 세대의 은퇴 등 복합적 요인으로 인해 인구의 고령화는 전 세계적으로 빠른 속도로 진행되고 있으며, 우리나라의 인구 고령화는 the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) 국가 중에서도 가장 빠른 속도로

진행되고 있기에 이에 따른 사회·경제·의료 등 사회전반에 미치는 충격이 매우 심각할 것으로 예상되고 있다[1]. 통계청 자료에 의하면, 우리나라 전체 인구에서 65세 노인 인구가 차지하는 비율이 2000년에는 7.3%로 고령화 사회, 2017년에는 14.2%로 고령 사회에 최초로 진입했고, 그리고 동일한 추세라면 2030년에는 33.9%로서 초 고령사회가 예견된다. 따라서 인구의 고령화로 인한 만성퇴행성 질환과 조기 사망 위

Corresponding author: Hyunsik Kang Tel +82-31-299-6911 Fax +82-31-299-6941 E-mail hkang@skku.edu

Keywords 신체활동, 심폐체력, 근감소증, 비만, 근감소성 비만

Received 10 Mar 2021 **Revised** 21 May 2021 **Accepted** 27 May 2021

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

험에 효과적으로 대응하기 위한 사회, 국가적 차원의 대책 마련이 시급한 실정이다[2].

인구 고령화는 고혈압, 당뇨, 관절염, 심혈관계질환 등 만성퇴행성 질환의 유병률[3] 증가는 물론이고 근감소증(sarcopenia) [4], 독립적인 생활 능력 감소[5], 낙상 위험 증가, 보행 장애[6], 우울증, 인지장애, 치매 [7] 등 다양한 노년기 건강 문제와 밀접한 연관성이 있다. 이중 노화로 인한 근육 손실(muscle loss)과 기초대사량(basal metabolic rate) 감소로 인한 체지방 증가 등이 복합적으로 작용하는 것으로 알려지고 있는 근감소성 비만(sarcopenic obesity)는 여러가지 대사 질환과 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다[8,9]. 국내외 관련 선행연구에서 근감소성 비만은 노년기 고혈압[10], 인슐린저항성[11], 대사증후군[12], 심혈관질환[13]의 독립예측인자로 확인되었으며, 특히 근감소증과 비만을 동반하는 근감소성 비만으로 인한 만성질환에 대한 노출 위험은 근감소성 혹은 비만에 비해 상대적으로 더 높은 것으로 보고되고 있기에[14] 근감소성 비만 예방과 치료를 위한 연구가 운동과학분야에서도 최근 활발하게 진행되고 있다[15].

한편, 호흡가스분석기와 점진적 운동부하 검사를 통하여 분당최대 산소섭취량(maximum volume of oxygen consumption, VO_{2max})를 the gold standard로 간주하는 심폐체력(cardiorespiratory fitness)은 골격근으로 산소를 제공하는 호흡계와 순환계의 능력으로 정의되며[16], 이는 소아청소년과 성인은 물론이고 노년기 비만 관련 대사질환과 심혈관질환 그리고 그로 인한 조기 사망 위험과 부적상관관계가 있는 선행 연구를 통하여 지속적으로 보고되고 있다[17,18]. 또한, 규칙적인 운동을 통한 심폐체력 증진은 복부 지방 축적과 만성 염증 및 산화 스트레스를 감소시키고 인슐린 민감성을 개선시킬 뿐만 아니라 근육량과 근기능의 저하를 예방하는 등 여러가지 긍정적인 효과를 유도하는 것으로 잘 알려져 있다[19,20]. 그럼에도 불구하고 노년기 질병예방과 조기 사망 위험 감소 측면에서 심폐체력의 역할 검증을 시도한 연구가 국내에서는 상대적으로 미흡한 실정인 것으로 확인되었다.

이처럼 노년기 건강증진 및 질병예방 차원에서 심폐체력의 역할을 검증한 선행연구가 상대적으로 미흡한 이유는 여러 가지가 있을 것으로 판단된다. 즉, 심폐체력을 객관적으로 측정하기 위해서는 점진적 운동부하장비, 호흡가스분석기, 측정을 위한 충분한 공간 확보, 운동부하검사를 수행할 수 있는 전문인력 확보, 측정 소요시간과 비용 등과 같은 여러가지 여건이 충족되어야 할 뿐만 아니라 노인들을 대상으로 점진적 최대운동부하 검사를 시행할 경우 그에 따른 불편함과 부상 위험 등이 발생할 수 있다[21]. 이러한 이유들로 인하여 특히 대규모의 참여자를 대상으로 하는 역학연구에서는 심폐체력을 객관적인 방법으로 측정하기가 현실적으로 어렵기 때문에 관련 선행연구가 상대적으로 미흡한 것으로 판단된다.

한편, 최근에는 노인들을 대상으로 심폐체력을 직접적으로 측정하

는 것과 관련된 여러가지 문제점을 보완하고자 국외에서는 비운동성 심폐 체력 추정 공식을 개발하여 직접 점진적 운동부하검사에 참여하지 않고 연령, 성별, 신체활동, 체질량지수 등 건강 평가 시 일반적으로 측정하는 변인들을 이용하여 심폐체력을 추정할 수 있는 추정식이 개발되어 이용되고 있고, 추정식을 이용하여 산출한 추정 심폐체력은 점진적 운동부하검사를 통해 측정된 객관적 심폐체력을 대신할 수 있을 정도의 충분한 신뢰성과 타당성이 있는 것으로 보고되고 있다[22,23]. 특히, 국외에서는 추정 심폐체력과 여러 노인성 질병이나 만성질환과의 연관성 검증을 통해 노년기의 심폐체력의 중요성을 재차 검증하려는 연구가 지속적으로 시도되고 있지만[24,25], 국내에서는 관련 연구가 상대적으로 미흡한 실정이다. 따라서 이러한 점에 착안하여 본 연구에서는 국민건강영양조사에 참여한 50세 이상 중·고령자를 대상으로 비운동성 변인을 근거로 하는 추정식을 이용하여 산출한 심폐체력과 근감소성 비만과의 연관성 검증을 본 연구의 주요 목적으로 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 대단위 역학조사를 통해 국민의 건강수준, 건강행태, 영양섭취 실태를 파악하여 국민건강증진을 위한 기초자료로 활용되고 있는 국민건강영양조사(the Korea national health and nutrition examination survey, KNHANES)의 2008-2011년도 자료의 37,753명 중 50세 이상의 중·고령자 13,682명을 최초 대상자로 선정하였다. 이후 추정 심폐 체력의 하위 변인인 신체활동, 안정시 심박수, 체질량지수 데이터가 누락된 901명과 신체구성 데이터가 누락된 3,724명을 대상에서 제외하였다. 추가적으로 가구 월 소득, 교육수준, 결혼유무, 과도한 음주, 폐경 유무, 만성질환 수, 우울증상, 대사증후군 위험인자 및 유병률 등 기타 공변량에 대한 데이터가 누락된 대상자 805명을 제외한 8,252명을 최종 분석대상으로 선정하여 자료분석을 실시하였다.

2. 측정 변인

1) 비운동성 추정 심폐체력(Non-exercise based estimation of cardiorespiratory fitness)

(1) 추정변수

체질량지수(body mass index, BMI)는 측정된 신장과 체중을 이용하여 신장의 제곱(m^2)을 체중(kg)으로 나누어 산출하였고, 안정시 심박수는 앉은 자세에서 오른쪽 요골 맥박을 15초간 측정하여 60초로 환산한 값을 사용하였다.

국민건강영양조사에서 한국어판 단축형 국제신체활동 설문지(international physical activity questionnaire-short form, IPAQ-SF)를 통해 일주일간 수집된 대상자의 신체활동의 강도, 시간에 따라 걷기, 중강

도, 고강도 신체활동으로 구분한 뒤 METs-minutes/week값으로 산출하여 나타내었다[26].

(2) 추정공식 및 집단 분류

본 연구에서는 심폐체력을 추정하기 위한 비운동적인 방법으로 성별, 연령, 체질량지수, 안정시 심박수, 신체활동점수를 이용하여 최대 산소섭취량(VO_{2peak})을 산출하는 Jurca et al. [22]의 회귀식을 사용하였으며 본 연구에 사용된 추정 회귀식은 다음과 같다.

$$VO_{2max} (mL/kg/min) = 2.77 (\text{성별}) - .10 (\text{나이}) - .17 (\text{BMI}) - .03 (\text{안정시 심박수}) + 1 (\text{신체활동점수}) + 18.07.$$

위의 추정식을 이용하여 산출한 최대산소섭취량은 대사당량가(1 MET=3.5 mL/kg/min)로 환산한 다음 심폐체력 지표로 사용하였다. 그런 다음 개개인의 심폐체력은 성별 및 연령 10세 단위별 사분위수(quartiles)로 분류하여 하위 25%에 해당하는 하위 집단(Low), 중위 50%에 해당하는 중간 집단(Middle), 상위 25%에 해당하는 상위 집단(High)으로 세분화하였다.

2) 근감소성 비만(sarcopenic obesity)

근감소성 비만을 정의하기 위해 이중 에너지 X-ray 방사선 흡수 계측기(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)로 측정된 총 사지 근육량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)을 체중으로 나눈 뒤 100을 곱한 값(ASM/체중×100)을 산출하여 골격근 지표(skeletal muscle index, SMI)로 사용하였다. 산출된 골격근 지표를 활용하여 젊은 성별 기준 집단(20-39세) 평균값의 1표준편차 미만인 값을 근 감소증으로 정의하였고, 절단 값은 남성은 31.8%, 여성은 25.4%를 적용하였다[27]. 비만은 체질량지수가 25 kg/m² 이상인 경우 비만으로 분류하였고, 근 감소증 및 비만에 모두 해당되는 경우 근감소성 비만으로 분류하였다[28].

3) 공변량(covariates)

인구사회학적 요인으로는 가구 월 소득, 교육수준, 독거 유무, 결혼 상태, 거주 지역, 주거 형태를 조사한 자료를 이용하였고, 건강관련 요인으로는 흡연, 과도한 음주, 폐경 유무, 우울증 유무, 의사로부터 진단 받은 만성질환 수와 대사질환 관련 위험 인자인 허리둘레, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤, 공복혈당, 수축기 및 이완기 혈압을 이용하였다. 흡연은 현재 흡연 중이거나 과거 5갑 이상 흡연 이력이 있는 경우로 정의하였으며[29], 과도한 음주는 술의 종류와 상관없이 남성은 주당 15잔 이상, 여성은 주당 8잔 이상 마시는 경우로 정의하였다[30]. 폐경 유무, 우울증 유무 그리고 만성질환(고혈압, 당뇨, 관절염, 심혈관계질환, 간

질환, 암, 정신질환)은 의사로부터 진단받았다고 응답한 대상자의 경우로 정의하였으며 대사증후군은 2001년 미국의 national cholesterol education program adult treatment panel III (NCEP-ATPIII)에서 발표한 기준을 바탕으로 national heart, lung, and blood institute (NHLBI)와 American heart association (AHA)에서 수정한 기준을 적용하였으며[31], 복부비만은 대한비만학회가 발표한 기준을 적용하였다[28]. 각 항목별 기준을 살펴보면 허리 둘레의 경우 남자 90 cm 이상, 여자 85 cm 이상, 중성지방의 경우 150 mg/dL 이상, 고밀도지단백 콜레스테롤의 경우 남자 40 mg/dL 미만, 여자 50 mg/dL 미만, 공복 혈당의 경우 100 mg/dL 이하, 혈압의 경우 수축기 혈압 130 mmHg 이상 혹은 이완기 혈압 85 mmHg 이상 등 총 5가지 항목 중 3가지 이상에 해당하는 경우 대사증후군으로 분류하였다.

3. 자료처리방법

연속형 변인은 평균과 표준편차로 표기하고, 일원변량분석(one-way ANOVA)의 대비다항식을 이용하여 집단 간 선 경향(linear trends)을 분석하였다. 범주형 변인은 카이제곱 검정(chi square)의 선형 대 결합을 이용하여 집단 간 차이를 검증하였다. 추정 심폐체력 수준에 따라 근감소성 비만에 노출될 수 있는 승산비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 산출하기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석(logistic regression)을 실시하였다. 모든 통계 분석은 SPSS-PC (version 23.0)을 사용하여 유의 수준도 $\alpha = .05$ 수준에서 가설 검증을 실시하였다.

연구 결과

1. 성별에 따른 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자 특성은 Table 1에 제시한 바와 같다. 평균연령, 거주 지역, 주택 유형, 수축기 혈압을 제외하고 남녀 간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 인체계측변인에서 남성은 여성에 비해 체질량지수($p < .001$), 추정심폐체력($p < .001$), 사지 근육량($p < .001$), 골격근지수($p < .001$)가 유의하게 더 높고 안정시 심박수는 유의하게($p = .001$) 더 낮은 것으로 나타났다. 인구사회학적 변인에서 경우 남성은 여성에 비해 교육수준($p < .001$), 결혼 비율($p = .037$), 소득($p < .001$)이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다. 건강관련 변인에서 남성은 여성에 비해 흡연율($p < .001$), 과도한 음주 비율($p < .001$), 허리둘레($p < .001$), 중성지방($p < .001$), 공복혈당($p < .001$), 수축기 혈압($p < .001$)이 유의하게 더 높았지만, 대사증후군 유병률($p < .001$)은 유의하게 더 낮은 것으로 나타났다.

2. 근감소증 및 비만 유무에 따른 측정 변인 비교

Tables 2-4는 전체 대상자와 여성 그리고 남성에서 정상, 근감소증,

Table 1. Characteristics of study participant

Variables	Total (n=8,252)	Men (n=3,579)	Women (n=4,673)	p value
Age (yr)	63.2±8.8	63.3±8.7	63.2±9.0	.617
BMI (kg/m ²)	24.0±3.1	23.7±2.9	24.2±3.2	<.001
RHR (beats/min)	69.6±1.2	69.2±1.7	69.9±9.8	.001
eCRF (METs)	8.2±2.3	9.9±1.7	6.9±1.8	<.001
ASM (kg)	17.9±4.3	21.9±3.1	14.9±2.1	<.001
SMI (%)	29.3±4.5	33.4±2.8	26.3±2.6	<.001
<i>Socio-demographic status</i>				
Income (10,000 won/month)	289.1±815.8	323.8±1,089.3	262.5±514.7	.001
Education, n (%)				<.001
Lower than elementary	4,278 (51.8)	1,274 (35.6)	3,004 (64.3)	
Middle/high	3,120 (37.8)	1,681 (47.0)	1,439 (3.8)	
Over than college	854 (1.4)	624 (17.4)	230 (4.9)	
Living condition, n (%)				<.001
Live with someone	6,429 (77.9)	3,298 (92.1)	3,131 (67.0)	
Alone	1,823 (22.1)	281 (7.9)	1,542 (33.0)	
Marital status, n (%)				.037
Married	8,200 (99.4)	3,549 (99.2)	4,651 (99.5)	
Unmarried	52 (.6)	30 (.8)	22 (.5)	
Region, n (%)				.759
Urban	5,508 (66.7)	2,382 (66.6)	3,126 (66.9)	
Rural	2,744 (33.3)	1,197 (33.4)	1,547 (33.1)	
Type of housing, n (%)				.843
Apartment	2,585 (31.3)	1,117 (31.2)	1,468 (31.4)	
General house	5,667 (68.7)	2,462 (68.8)	3,205 (68.6)	
<i>Health related parameters</i>				
Smoking, n (%)	3,364 (4.8)	2,988 (83.5)	376 (8.0)	<.001
Heavy alcohol, n (%)	867 (1.5)	707 (19.8)	160 (3.4)	<.001
Menopause, n (%)	4,371 (53.0)	0 (0)	4,371 (93.5)	<.001
Depression, n (%)	429 (5.2)	84 (2.3)	345 (7.4)	<.001
Number of comorbidity, n (%)				<.001
0	2,679 (32.5)	1,372 (38.3)	1,307 (28.0)	
1	2,655 (32.2)	1,180 (33.0)	1,475 (31.6)	
≥2	2,918 (35.3)	1,027 (28.7)	1,891 (4.4)	
<i>Metabolic risk factors</i>				
WC (cm)	83.7±9.1	85.3±8.6	82.5±9.3	<.001
TG (mg/dL)	146.5±107.1	157.4±13.5	138.1±84.0	<.001
HDL-C (mg/dL)	46.9±11.3	45.2±11.4	48.2±11.1	<.001
FBG (mg/dL)	102.8±26.3	105.2±29.0	101.0±23.9	<.001
SBP (mmHg)	127.5±17.7	127.4±17.2	127.5±18.1	.743
DBP (mmHg)	78.5±1.4	79.5±1.5	77.8±1.2	<.001
Metabolic syndrome, n (%)	3,124 (37.9)	1,268 (35.4)	1,856 (39.7)	<.001

BMI, body mass index; RHR, resting heart rate; eCRF, estimated cardiorespiratory fitness; ASM, appendicular skeletal muscle; SMI, skeletal muscle index; WC, waist circumference; TG, triglycerides; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FBG, fasting blood glucose; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

비만, 근감소성 비만으로 세분화하여 비교한 결과로서 결혼 유무를 제외하고 모든 측정 변인에서 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 평균 연령은 여성에서 비만, 정상, 근감소증, 근감소성 비만 순서로 유의하게($p=.001$) 증가하고, 전체 및 남성에서 비만, 정상, 근감소성 비만, 근감소증 순서로 유의하게(각각 $p<.001$ and $p=.002$) 증가

하는 것으로 나타났다. 사지 근육량은 전체 대상자에서 비만, 정상, 근감소성 비만, 근감소증 순서로 유의하게($p<.001$) 감소하고 남성에서 비만, 근감소성 비만, 정상, 근감소증 순서로 유의하게($p=.026$) 감소했지만 여성에서는 통계적으로 유의한 수준의 선 경향이 없는 것으로 나타났다. 체질량지수는 전체 대상자 그리고 남녀모두에서 정상, 근감소

Table 2. Descriptive statistics of measured parameters by sarcopenia and obesity-based phenotypes (total)

Variables	Sarcopenia and obesity-based phenotypes				p for linear trends
	Sarcopenia (-)/ Obesity (-) (n = 4,146)	Sarcopenia (+)/ Obesity (-) (n = 1,185)	Sarcopenia (-)/ Obesity (+) (n = 1,309)	Sarcopenia (+)/ Obesity (+) (n = 1,612)	
Women, n (%)	2,204 (53.2)	710 (59.9)	698 (53.3)	1,061 (65.8)	<.001
Age (yr)	63.2±9.1	65.0±9.1	6.7±7.8	63.9±8.4	<.001
Weight (kg)	56.4±8.2	57.4±7.1	68.8±8.2	68.6±9.1	<.001
ASM (kg)	17.8±4.0	15.4±3.4	2.9±4.6	17.7±4.1	<.001
SMI (%)	31.3±4.0	26.6±3.3	3.1±3.8	25.6±3.4	<.001
BMI (kg/m ²)	22.0±2.0	23.0±1.5	26.7±1.4	27.7±2.3	<.001
<i>Socio-demographic status</i>					
Income (10,000 won/month)	309.5±1,055.7	26.2±37.5	274.6±431.1	269.6±535.8	.040
Education, n (%)					.001
Lower than elementary	2,111 (5.9)	611 (51.6)	646 (49.4)	910 (56.5)	
Middle/high	1,600 (38.6)	448 (37.8)	510 (39.0)	562 (34.9)	
Over than college	435 (1.5)	126 (1.6)	153 (11.6)	140 (8.6)	
Living condition, n (%)					<.001
Live with someone	3,305 (79.7)	888 (74.9)	1,069 (81.7)	1,167 (72.4)	
Alone	841 (2.3)	297 (25.1)	240 (18.3)	445 (27.6)	
Marital status, n (%)					.847
Married	4,118 (99.3)	1,175 (99.2)	1,304 (99.6)	1,603 (99.4)	
Unmarried	28 (.7)	10 (.8)	5 (.4)	9 (.6)	
Region, n (%)					<.001
Urban	2,664 (64.3)	864 (72.7)	870 (66.5)	1,113 (69.0)	
Rural	1,482 (35.7)	324 (27.3)	439 (33.5)	499 (31.0)	
Type of housing, n (%)					.031
Apartment	1,273 (3.7)	440 (37.1)	360 (27.5)	512 (31.8)	
General house	2,873 (69.3)	745 (62.9)	949 (72.5)	1,100 (68.2)	
<i>Health related parameters</i>					
Smoking, n (%)	1,843 (44.5)	470 (39.7)	523 (4.0)	528 (32.8)	<.001
Heavy alcohol, n (%)	480 (11.6)	89 (7.5)	155 (11.8)	143 (8.9)	<.001
Menopause, n (%)	2,056 (49.6)	672 (56.7)	640 (48.9)	1,003 (62.2)	<.001
Depression, n (%)	188 (4.5)	71 (6.0)	61 (4.7)	109 (6.8)	<.001
Number of comorbidity, n (%)					<.001
0	1,639 (39.5)	318 (26.8)	394 (3.1)	328 (2.3)	
1	1,399 (33.7)	362 (3.5)	406 (31.0)	488 (3.3)	
≥ 2	1,108 (26.8)	505 (42.7)	509 (38.9)	796 (49.4)	
Metabolic risk factors					
WC (cm)	78.7±7.3	82.2±6.4	89.8±5.7	92.7±7.2	<.001
TG (mg/dL)	133.2±10.7	148.5±102.1	161.7±127.3	166.9±103.9	<.001
HDL-C (mg/dL)	48.6±11.8	46.5±1.8	44.7±1.3	44.6±1.5	<.001
FBG (mg/dL)	99.4±23.6	103.8±29.7	105.8±26.6	108.5±28.7	<.001
SBP (mmHg)	125.5±18.0	128.5±17.6	128.5±16.5	13.8±17.1	<.001
DBP (mmHg)	77.3±1.4	78.0±9.9	8.6±1.2	8.4±1.1	<.001
Metabolic syndrome, n (%)	907 (21.9)	406 (34.3)	732 (55.9)	1,079 (66.9)	<.001
<i>eCRF parameters</i>					
eCRF (METs)	8.7±2.3	7.8±2.0	8.3±2.3	7.1±2.3	<.001
RHR (beats/min)	69.4±1.1	7.5±11.0	68.7±9.4	7.2±1.3	.001
Physical activity levels, n (%)					<.001
1	568 (13.7)	204 (17.2)	156 (11.9)	257 (15.9)	
2	1,459 (35.2)	538 (45.4)	422 (32.2)	627 (38.9)	
3	107 (2.6)	34 (2.9)	39 (3.0)	39 (2.4)	
4	392 (9.5)	103 (8.7)	119 (9.1)	175 (1.9)	
5	1,620 (39.0)	306 (25.8)	573 (43.8)	514 (31.9)	

ASM, appendicular skeletal muscle; BMI, body mass index; SMI, skeletal muscle mass index; eCRF, estimated cardiorespiratory fitness; RHR, resting heart rate; WC, waist circumference; TG, triglycerides; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FBG, fasting blood glucose; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

Table 3. Descriptive statistics of measured parameters by sarcopenia and obesity-based phenotypes (women)

Variables	Sarcopenia and obesity-based phenotypes				p for linear trends
	Sarcopenia (-)/ Obesity (-) (n = 2,204)	Sarcopenia (+)/ Obesity (-) (n = 710)	Sarcopenia (-)/ Obesity (+) (n = 698)	Sarcopenia (+)/ Obesity (+) (n = 1,061)	
Age (yr)	63.1 ± 9.4	63.5 ± 9.0	61.6 ± 8.1	64.2 ± 8.4	.001
Weight (kg)	52.2 ± 6.3	53.9 ± 5.1	63.6 ± 5.9	65.1 ± 7.5	<.001
ASM (kg)	14.6 ± 1.7	13.0 ± 1.4	17.1 ± 1.7	15.2 ± 1.9	.767
SMI (%)	28.1 ± 2.0	24.0 ± 1.1	26.9 ± 1.3	23.4 ± 1.4	<.001
BMI (kg/m ²)	22.0 ± 1.9	23.1 ± 1.4	26.7 ± 1.6	27.9 ± 2.5	<.001
<i>Socio-demographic status</i>					
Income (10,000 won/month)	283.4 ± 657.9	265.8 ± 394.4	224.5 ± 325.7	241.7 ± 302.8	.043
Education, n (%)					<.001
Lower than elementary	1,351 (61.3)	429 (6.4)	480 (68.8)	744 (7.1)	
Middle/high	717 (32.5)	242 (34.1)	196 (28.1)	284 (26.8)	
Over than college	136 (6.2)	39 (5.5)	22 (3.1)	33 (3.1)	
Living condition, n (%)					.001
Live with someone	1,506 (68.3)	466 (65.6)	495 (7.9)	664 (62.6)	
Alone	698 (31.7)	244 (34.4)	203 (29.1)	397 (37.4)	
Marital status, n (%)					.723
Married	2,193 (99.5)	706 (99.4)	697 (99.9)	1,055 (99.4)	
Unmarried	11 (.5)	4 (.6)	1 (.1)	6 (.6)	
Region, n (%)					.018
Urban	1,435 (65.1)	517 (72.8)	458 (65.6)	716 (67.5)	
Rural	769 (34.9)	193 (27.2)	240 (34.4)	345 (32.5)	
Type of housing, n (%)					.252
Apartment	691 (31.4)	263 (37.0)	179 (25.6)	335 (31.6)	
General house	1,513 (68.6)	447 (63.0)	519 (74.4)	726 (68.4)	
<i>Health related parameters</i>					
Smoking, n (%)	189 (8.4)	64 (9.0)	55 (7.9)	71 (6.7)	.182
Heavy alcohol, n (%)	85 (3.9)	20 (2.8)	22 (3.2)	33 (3.1)	.180
Menopause, n (%)	2,056 (93.3)	672 (94.6)	640 (91.7)	1,003 (94.5)	.094
Depression, n (%)	143 (6.5)	61 (8.6)	47 (6.7)	94 (8.9)	.007
Number of comorbidity, n (%)					<.001
0	764 (34.7)	190 (26.8)	164 (23.5)	189 (17.8)	
1	756 (34.3)	215 (3.2)	213 (3.5)	291 (27.4)	
≥ 2	684 (31.0)	305 (43.0)	321 (46.0)	581 (54.8)	
Metabolic risk factors					
WC (cm)	76.9 ± 6.9	8.3 ± 6.2	88.4 ± 5.8	91.5 ± 7.5	<.001
TG (mg/dL)	126.4 ± 81.3	138.3 ± 83.6	149.1 ± 92.9	155.3 ± 79.7	<.001
HDL-C (mg/dL)	49.6 ± 11.6	48.4 ± 1.6	46.1 ± 1.3	46.3 ± 1.4	<.001
FBG (mg/dL)	97.8 ± 21.4	99.2 ± 21.4	103.4 ± 24.2	107.1 ± 28.5	<.001
SBP (mmHg)	125.4 ± 18.6	127.7 ± 17.7	128.7 ± 16.8	131.0 ± 17.4	<.001
DBP (mmHg)	76.4 ± 1.3	77.7 ± 9.5	79.1 ± 1.2	79.8 ± 9.9	<.001
Metabolic syndrome, n (%)	518 (23.5)	227 (32.0)	396 (56.7)	715 (67.4)	<.001
<i>eCRF parameters</i>					
eCRF (METs)	7.3 ± 1.8	6.8 ± 1.7	6.8 ± 1.7	6.1 ± 1.8	<.001
RHR (beats/min)	69.7 ± 9.7	7.1 ± 9.9	69.2 ± 9.2	7.8 ± 1.3	.002
Physical activity levels, n (%)					<.001
1	353 (16.0)	129 (18.2)	108 (15.5)	198 (18.7)	
2	796 (36.1)	302 (42.5)	235 (33.7)	397 (37.4)	
3	66 (3.0)	23 (3.2)	21 (3.0)	26 (2.5)	
4	207 (9.4)	76 (1.7)	58 (8.3)	111 (1.5)	
5	782 (35.5)	180 (25.4)	276 (39.5)	329 (31.0)	

ASM, appendicular skeletal muscle; BMI, body mass index; SMI, skeletal muscle mass index; eCRF, estimated cardiorespiratory fitness; RHR, resting heart rate; WC, waist circumference; TG, triglycerides; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FBG, fasting blood glucose; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

Table 4. Descriptive statistics of measured parameters by sarcopenia and obesity-based phenotypes (men)

Variables	Sarcopenia and obesity-based phenotypes				p for linear trends
	Sarcopenia (-)/ Obesity (-) (n = 1,942)	Sarcopenia (+)/ Obesity (-) (n = 745)	Sarcopenia (-)/ Obesity (+) (n = 611)	Sarcopenia (+)/ Obesity (+) (n = 551)	
Age (yr)	63.4 ± 8.8	67.2 ± 8.7	59.6 ± 7.3	63.4 ± 8.3	.002
Weight (kg)	61.3 ± 7.4	62.7 ± 6.4	74.7 ± 6.1	75.5 ± 7.8	<.001
ASM (kg)	21.4 ± 2.6	19.0 ± 2.1	25.3 ± 2.4	22.6 ± 2.4	.026
SMI (%)	35.0 ± 2.1	3.4 ± 1.3	33.9 ± 1.6	29.9 ± 1.5	<.001
BMI (kg/m ²)	22.0 ± 2.0	22.8 ± 1.6	26.6 ± 1.3	27.3 ± 1.9	<.001
<i>Socio-demographic status</i>					
Income (10,000 won/month)	339.0 ± 1,373.6	251.7 ± 331.8	331.8 ± 52.6	323.3 ± 812.2	.382
Education, n (%)					<.001
Lower than elementary	760 (39.1)	182 (38.3)	166 (27.2)	166 (3.1)	
Middle/high	883 (45.5)	206 (43.4)	314 (51.4)	278 (5.5)	
Over than college	299 (15.4)	87 (18.3)	131 (21.4)	107 (19.4)	
Living condition, n (%)					.057
Live with someone	1,799 (92.6)	422 (88.8)	574 (93.9)	503 (91.3)	
Alone	143 (7.4)	53 (11.2)	37 (6.1)	48 (8.7)	
Marital status, n (%)					.753
Married	1,925 (99.1)	469 (98.7)	607 (99.3)	548 (99.5)	
Unmarried	17 (.9)	6 (1.3)	4 (.7)	3 (.5)	
Region, n (%)					<.001
Urban	1,229 (63.3)	344 (72.4)	412 (67.4)	397 (72.1)	
Rural	713 (36.7)	131 (27.6)	199 (32.6)	154 (27.9)	
Type of housing, n (%)					.045
Apartment	582 (3.0)	177 (37.3)	181 (29.6)	177 (32.1)	
General house	1,360 (7.0)	298 (62.7)	430 (7.4)	374 (67.9)	
<i>Health related parameters</i>					
Smoking, n (%)	1,657 (85.3)	406 (85.5)	468 (76.6)	457 (82.9)	.199
Heavy alcohol, n (%)	395 (2.3)	69 (14.5)	133 (21.8)	110 (2.0)	.209
Depression, n (%)	45 (2.3)	10 (2.1)	14 (2.3)	15 (2.7)	.728
Number of comorbidity, n (%)					<.001
0	875 (45.1)	128 (26.9)	230 (37.6)	139 (25.2)	
1	643 (33.1)	147 (3.9)	193 (31.6)	197 (35.8)	
≥ 2	424 (21.8)	200 (42.2)	188 (3.8)	215 (39.0)	
<i>Metabolic risk factors</i>					
WC (cm)	8.8 ± 7.2	85.1 ± 5.7	91.3 ± 5.1	94.9 ± 6.1	<.001
TG (mg/dL)	14.9 ± 118.5	163.6 ± 123.2	176.1 ± 156.6	189.3 ± 136.3	<.001
HDL-C (mg/dL)	47.4 ± 11.9	43.8 ± 1.7	43.0 ± 9.9	41.4 ± 9.8	<.001
FBG (mg/dL)	101.2 ± 25.8	11.6 ± 38.0	108.4 ± 28.8	111.1 ± 28.8	<.001
SBP (mmHg)	125.7 ± 17.4	129.6 ± 17.4	128.2 ± 16.1	13.4 ± 16.5	<.001
DBP (mmHg)	78.3 ± 1.5	78.4 ± 1.4	82.3 ± 1.0	81.5 ± 1.4	<.001
Metabolic syndrome, n (%)	389 (2.0)	179 (37.7)	336 (55.0)	364 (66.1)	<.001
<i>eCRF parameters</i>					
eCRF (METs)	1.3 ± 1.7	9.2 ± 1.6	1.1 ± 1.6	9.2 ± 1.6	<.001
RHR (beats/min)	69.1 ± 1.6	71.2 ± 12.5	68.1 ± 9.5	68.9 ± 1.3	.207
Physical activity levels, n (%)					<.001
1	215 (11.1)	75 (15.8)	48 (7.9)	59 (1.7)	
2	663 (34.1)	236 (49.7)	187 (3.6)	230 (41.7)	
3	41 (2.1)	11 (2.3)	18 (2.9)	13 (2.4)	
4	185 (9.5)	27 (5.7)	81 (1.0)	64 (11.6)	
5	838 (43.2)	126 (26.5)	297 (48.6)	185 (33.6)	

ASM, appendicular skeletal muscle; BMI, body mass index; SMI, skeletal muscle mass index; eCRF, estimated cardiorespiratory fitness; RHR, resting heart rate; WC, waist circumference; TG, triglycerides; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FBG, fasting blood glucose; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

증, 비만, 근감소성 비만 순서로 유의하게(각각 $p < .001$, $p < .001$, and $p < .001$) 증가하는 것으로 나타났다.

인구사회학적 요인에서 가구 월 소득은 전체 대상자에서 정상, 비만, 근감소성 비만, 근감소증 순서로 유의하게($p = .040$) 감소하고 여성에서 정상, 근감소증, 근감소성 비만, 비만 순서로 유의하게($p = .043$) 감소하는 것으로 나타났지만, 남성에서는 통계적으로 유의한 수준의 선 경향이 없는 것으로 나타났다. 교육수준의 경우 전체 대상자에서는 비만, 근감소증, 정상, 근감소성 비만 순서로 유의하게($p = .001$) 감소하고 여성에서는 정상, 근감소증, 근감소성 비만, 비만 순서로 그리고 남성에서는 비만, 근감소성 비만, 근감소증, 정상 순서로 유의하게(각각 $p < .001$ and $p < .001$) 감소하는 것으로 나타났다. 도시거주비율의 경우 전체 대상자 그리고 남녀모두에서 정상, 비만, 근감소성 비만, 근감소증 순서로 유의하게(각각 $p < .001$, $p = .001$, and $p < .001$) 증가하는 것으로 나타났다. 공동주택 거주 비율은 전체 대상자 및 남성에서만 비만, 정상, 근감소성 비만, 근감소증 순서로 유의하게(각각 $p = .031$ and $p =$

.045) 증가하는 것으로 나타났지만, 여성에서는 통계적으로 유의한 수준의 선 경향은 없었다.

건강관련 요인에서 흡연은 전체 대상자에서 근감소증, 비만, 근감소성 비만, 정상 순서로 유의하게($p < .001$) 증가하고, 과도한 음주는 근감소증, 근감소성 비만, 정상, 비만 순서로 유의하게($p < .001$) 증가하고, 폐경은 비만, 정상, 근감소증, 근감소성 비만 순서로 유의하게($p < .001$) 증가하는 것으로 나타났다. 우울증은 전체 대상자 및 여성에서 정상, 비만, 근감소증, 근감소성 비만 순서로 유의하게(각각 $p < .001$ and $p < .001$) 증가했지만 남성에서는 통계적으로 유의한 수준의 선 경향이 없는 것으로 나타났다.

만성질환 개수는 여성에서는 정상, 근감소증, 비만, 근감소성 비만 순서로 유의하게 증가하고 전체 대상자 및 남성에서는 정상, 비만, 근감소증, 근감소성 비만 순서로 유의하게(각각 $p < .001$ and $p < .001$) 증가하였다. 대사증후군 유병률은 전체 대상자 및 남녀모두에서 정상, 근감소증, 비만, 근감소성 비만 순서로 유의하게(각각 $p < .001$, $p = .001$, and

Table 5. Odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) for sarcopenic obesity by estimated cardiorespiratory fitness (eCRF) levels

	Sarcopenia		Obesity		Sarcopenic obesity	
	OR (95% CI)	p value	OR (95% CI)	p value	OR (95% CI)	p value
eCRF levels (total)						
Crude						
High	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Middle	1.688 (1.438-1.981)	<.001	1.810 (1.533-2.137)	<.001	2.852 (2.371-3.429)	<.001
Low	2.877 (2.366-3.498)	<.001	5.103 (4.234-6.151)	<.001	12.008 (9.866-14.616)	<.001
Adjusted						
High	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Middle	1.488 (1.260-1.757)	<.001	1.280 (1.039-1.579)	.021	1.837 (1.429-2.361)	<.001
Low	2.017 (1.638-2.483)	<.001	2.026 (1.592-2.580)	<.001	3.850 (2.928-5.063)	<.001
eCRF levels (women only)						
Crude						
High	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Middle	1.698 (1.383-2.085)	<.001	1.405 (1.126-1.753)	.003	2.323 (1.861-2.899)	<.001
Low	2.369 (1.811-3.098)	<.001	5.110 (3.983-6.555)	<.001	11.569 (9.078-14.744)	<.001
Adjusted						
High	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Middle	1.548 (1.253-1.914)	<.001	1.110 (.834-1.478)	.474	1.707 (1.253-2.326)	<.001
Low	1.715 (1.290-2.279)	<.001	2.233 (1.602-3.112)	<.001	4.141 (2.936-5.841)	<.001
eCRF levels (men only)						
Crude						
High	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Middle	1.641 (1.267-2.126)	<.001	2.456 (1.904-3.168)	<.001	4.375 (3.091-6.191)	<.001
Low	3.698 (2.763-4.949)	<.001	5.254 (3.950-6.988)	<.001	14.773 (1.297-21.193)	<.001
Adjusted						
High	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Middle	1.371 (1.044-1.801)	.023	1.621 (1.180-2.227)	.003	2.236 (1.427-3.505)	<.001
Low	2.336 (1.705-3.200)	<.001	1.975 (1.369-2.849)	<.001	3.870 (2.393-6.259)	<.001

OR, odd ratio; CI: confidence interval, eCRF, estimated cardiorespiratory fitness.

Adjusted for income, education, living condition, marital status, region, housing, smoking, heavy alcohol, menopause, depression, waist circumference, triglycerides, high-density lipoprotein cholesterol, fasting blood glucose, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and number of comorbidities.

$p < .001$) 증가하는 것으로 나타났다. 마지막으로 추정 심폐체력은 전체 대상자 및 남녀모두에서 정상, 비만, 근감소증, 근감소성 비만 순서로 유의하게(각각 $p < .001$, $p = .001$, and $p < .001$) 감소하는 것으로 나타났다.

3. 심폐체력 수준별 근감소성 비만에 대한 승산비 산출

Table 5는 심폐체력 수준별 근감소증, 비만, 근감소성 비만 노출 위험을 산출한 결과다. 전체적으로 심폐체력이 가장 높은 상위 집단(reference, OR=1)에 비해 중간 집단과 하위 집단이 근감소증(OR=1.688, $p < .001$ and OR=2.877, $p < .001$), 비만(OR=1.810, $p < .001$ and OR=5.103, $p < .001$), 근감소성 비만(OR=2.852, $p < .001$ and OR=12.008, $p < .001$)에 노출될 위험이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다. 상위 집단에 비해 중간 집단과 하위 집단의 근감소증(OR=1.488, $p < .001$ and OR=2.017, $p < .001$), 비만(OR=1.280, $p = .021$ and OR=2.026, $p < .001$), 근감소성 비만(OR=1.837, $p < .001$ and OR=3.850, $p < .001$) 노출에 대한 승산비는 본 연구에서 측정된 사회경제적 및 건강관련 모든 지표에서의 개인차를 보정하고도 통계적으로 유의하였다.

남성의 경우 심폐체력이 가장 높은 상위 집단(reference, OR=1)에 비해 중간 집단과 하위 집단이 근감소증(OR=1.641, $p < .001$ and OR=3.698, $p < .001$), 비만(OR=2.456, $p < .001$ and OR=5.254, $p < .001$), 근감소성 비만(OR=4.375, $p < .001$ and OR=14.773, $p < .001$)에 노출될 위험이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다. 상위 집단에 비해 중간 집단과 하위 집단의 근감소증(OR=1.371, $p = .023$ and OR=2.336, $p < .001$), 비만(OR=1.621, $p = .003$ and OR=1.975, $p < .001$), 근감소성 비만(OR=2.236, $p < .001$ and OR=3.870, $p < .001$) 노출에 대한 승산비는 사회경제적 및 건강관련 모든 지표에서의 개인차를 보정하고도 통계적으로 유의하였다.

여성의 경우 심폐체력이 가장 높은 상위 집단(reference, OR=1)에 비해 중간 집단과 하위 집단이 근감소증(OR=1.698, $p < .001$ and OR=2.369, $p < .001$), 비만(OR=1.405, $p = .003$ and OR=5.110, $p < .001$), 근감소성 비만(OR=2.323, $p < .001$ and OR=11.569, $p < .001$)에 노출될 위험이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다. 상위 집단에 비해 중간 집단과 하위 집단의 근감소증(OR=1.548, $p < .001$ and OR=1.715, $p < .001$), 비만(OR=1.110, $p = .474$ and OR=2.233, $p < .001$), 근감소성 비만(OR=1.707, $p < .001$ and OR=4.141, $p < .001$) 노출에 대한 승산비는 사회경제적 및 건강관련 모든 지표에서의 개인차를 보정하고도 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다.

논 의

근감소성 비만은 대사증후군, 만성질환, 정신질환 등 여러 노인건강 문제와 그로 인한 조기 사망의 주요 요인으로 작용하는 것으로 국외 선행연구를 통하여 지속적으로 보고되고 있지만[32,33], 국내의 경우

근감소성 비만에 대한 심폐체력의 역할 검증을 시도한 연구가 상대적으로 미흡하다는 점에 착안하여 본 연구에서는 2008-2011년 국민건강영양조사에 참여한 중·고령자 총 8,252명을 대상으로 추정 심폐체력과 근감소성 비만과의 연관성을 검증하였다.

본 연구에 참여한 대상자의 근감소성 비만 유병률을 분석한 결과, 근감소증은 남성과 여성에서 각각 4.1%, 59.9%, 비만은 각각 46.7%, 53.3%, 그리고 근감소성 비만은 각각 34.2%, 65.8% 수준인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 2008-2011년 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상 성인 15,132명(남성 5,617명, 여성 9,515명)을 대상으로 조사한 결과, 근감소증이 남성과 여성에서 각각 35%, 65%, 비만이 각각 47%, 53%, 그리고 근감소성 비만이 각각 36%, 64%라고 보고한 선행 연구 결과[27]와 유사한 것으로 나타났다. 또한 선행연구와 마찬가지로 본 연구결과에서도 여성이 남성에 비해 근감소성 비만에 노출 위험이 상대적으로 더 높은 것으로 나타났고, 이는 근감소성 비만과 그로 인한 건강문제에 예방을 위한 중재의 필요성이 남성에 비해 여성에게서 상대적으로 더 절실함을 의미하는 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서는 근감소성 비만이 사회경제적 지표(예, 소득, 교육수준, 거주 지역 등)와 밀접하게 연관되어 있는 것으로 나타났고, 이는 노년기 사회경제적 수준이 근감소성 비만과 그로 인한 건강상태에서의 개인의 건강 불평등의 요인으로 작용할 수 있음을 의미한다. 이러한 결과는 국내 대단위 역학조사 중 하나인 고령화연구패널조사를 이용하여 65세 이상 노인 4,155명을 대상으로 노년기 건강불평등 구조를 분석한 결과, 성별, 교육, 소득 수준 등과 같은 사회적 불평등이 건강상태의 차이와 밀접한 연관성이 있다는 Lee [34]의 연구와 유사한 맥락에서 해석될 수 있고, 이는 노년기 근감소성 비만 문제는 사회경제적 수준 차이에 따른 건강 불평등 차원에서 접근 및 대책 마련이 필요함을 의미하는 것으로 판단된다.

특히 흥미로운 사실은 근감소증, 비만, 근감소성 비만으로 이완됨에 따라 만성질환 개수는 비례적으로 증가하고 대사증후군지표가 악화되는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 65세 이상 노인 565명을 대상으로 조사한 결과 근감소증 집단이 정상 집단에 비해 심혈관계 및 대사 질환에 노출될 위험이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다고 보고한 Kim et al. [35]의 연구와 일치한다. 뿐만 아니라 여성 노인 261명을 대상으로 대사증후군에 노출될 수 상대적 위험을 조사한 결과 정상 집단에 비해 근감소증 집단은 약 2.5배, 비만 집단은 약 4.0배, 근감소성 비만 집단은 약 5.5배 증가한다고 보고한 Lee et al. [36]의 연구와 일치하는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 또한 근감소증, 비만, 근감소성 비만으로 이완됨에 따라 심폐체력이 비례적으로 낮아지는 것으로 나타났고, 로지스틱 회귀분석 결과에서 심폐체력저하가 중·고령자의 근감소증과 비만 그리고 근감소성 비만 노출 위험을 결정하는 독립 위험 인자인 것으로 나

타났다. 이러한 연구결과는 성인 20-70세 298명을 대상으로 심폐체력과 골격근 지표 그리고 복부내장지방과의 연관성을 검증한 연구에서 심폐체력이 높은 집단은 근 감소, 복부비만, 근 감소 복부비만에 노출될 위험이 각각 4.98배, 6.48배, 31.46배 감소하는 것으로 나타났다고 보고한 Kim et al. [37]의 연구결과, 275명의 대만 노인을 대상으로 근감소증과 심폐체력 그리고 신체활동 간의 연관성을 분석한 결과에서 근 감소 집단은 정상 집단에 비해 심폐체력수준이 유의하게 더 낮았다고 보고한 Chien et al. [38]의 연구와도 유사한 것으로 나타났다. 따라서 선행연구 및 본 연구결과를 종합적으로 판단해 볼 때, 노년기 근감소성 비만 관련 건강문제는 심폐체력과의 밀접하게 연관되어 있다는 사실을 의미하는 것으로 판단된다[39,40].

노년기 근감소성 비만과 그로 인한 건강문제에 대한 심폐체력의 보호 효과에 대해서는 여러가지 설명이 가능하다. 첫째, 심폐체력증진은 근육의 양과 질적 개선을 유도함으로써 노화로 인한 근 위축을 예방하는데 긍정적인 효과를 유도한다[41,19]. 둘째, 심폐체력증진은 활동 에너지 소모량 증진을 유도함으로써 기초대사량 감소 그리고 비만 예방에 긍정적인 효과를 유도한다[42] 셋째, 심폐체력증진은 염증성 사이토카인 분비 감소시킴과 동시에 항염증 사이토카인 분비를 증가시킴으로써 근감소성 비만으로 인한 염증성 질환을 예방하는데 효과적이다[19]. 종합해보면, 심폐체력증진은 근육의 양과 질적 감소를 예방하고, 활동 에너지 증가를 통하여 체지방 축적을 최소화하고, 염증성 질환을 예방하는 등 노년기 근감소성 비만으로 인한 여러가지 질환을 예방하는데 효과적임을 의미하는 것으로 판단된다.

본 연구는 또한 다음과 같은 제한 점이 있다. 첫째, 본 연구는 근감소성 비만 수준에 따른 심폐체력의 역할을 횡적으로 검증하였기 때문에 인과관계를 검증하기 위해서는 중재 혹은 종단적 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다. 둘째, 본 연구에서 국외에서 개발된 심폐체력 추정식을 사용함으로써 이에 따른 개인별 심폐체력 추정치의 오차가 있을 것으로 추정됨으로 추후 국내 중고령자를 대상으로 개발된 추정 회귀식을 사용하여 본 연구의 결과에 대한 검증이 필요할 것으로 판단된다. 셋째, 심폐체력의 개인차는 최근 신체활동을 반영하지만 심폐체력저하와 신체활동부족은 각각 근감소성 비만에 대한 독립적인 위험인자에 속한다. 따라서 근감소성 비만에 대한 심폐체력의 역할은 신체활동과 고려하여 검증하는 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 우리나라의 대단위 역학조사 중 하나인 국민건강영양조사 데이터를 이용하여 우리나라 중고령자의 추정 심폐체력과 근감소성 비만의 연관성을 검증하였다. 그 결과, 중고령 남녀 모두에서 추정 심폐체력이 낮을수록 근감소성 비만에 노출될 수 있는 위험이 비례적

으로 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 연구결과는 규칙적인 신체활동을 통한 심폐체력 증진이 우리나라 중고령자의 근감소성 비만과 그로 인해 예견되는 퇴행성 만성질환을 포함한 노인건강문제를 예방하기 위한 한 가지 중요한 수단이 될 수 있음을 의미하는 것으로 판단된다.

CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: J Kim; Data curation: J Kim; Formal analysis: J Kim; Funding acquisition; Methodology: J Kim, I Lee; Project administration: J Kim, I Lee; Visualization: J Kim; Writing-original draft: J Kim; Writing-review & editing: J Kim.

ORCID

Jeonghyeon Kim	https://orcid.org/0000-0001-7506-4963
Inhwan Lee	https://orcid.org/0000-0002-7366-0697
Hyunsik Kang	https://orcid.org/0000-0002-8611-1873

REFERENCES

1. Park MH. Comparative study on ageing society: korea and EU. *Asia Pacific Journal of EU Studies*. 2011;16(1):99-126.
2. National Statistical Office. 2017 senior citizen total rate. Seoul: National Statistical Office. 2017.
3. Ministry of Health and Welfare. 2017 Korean Institute for Health and Social Affairs 2017 Elderly Survey.
4. Walston JD. Sarcopenia in older adults. *Curr Opin Rheumatol*. 2012; 24(6):623-7.
5. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):889-96.
6. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):M146-56.

7. Shin HH, Han MA, Park J, Ryu SY, Choi SW, et al. The associations between social relations, activities of daily living, cognitive functions and depressive symptoms among the Korean elderly: 2014 Korean national survey on older adults. *J Korean Geriatr Psychiatry*. 2017;21(2):27-54.
8. Dominguez LJ, Barbagallo M. The cardiometabolic syndrome and sarcopenic obesity in older persons. *J Cardiometab. Syndr*. 2007;2(3):183-9.
9. Kohara K. Sarcopenic obesity in aging population: current status and future directions for research. *Endocrine*. 2014;45(1):15-25.
10. Park SH, Park JH, Song SP, Kim KD, Kim KH, et al. Sarcopenic obesity as an independent risk factor of hypertension. *J Am Soc Hypertens*. 2013;7(6):420-5.
11. Levine ME, Crimmins EM. The impact of insulin resistance and inflammation on the association between sarcopenic obesity and physical functioning. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(10):2101-6.
12. Lim S, Kim JH, Yoon JW, Kang SM, Choi SH, et al. Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean longitudinal study on health and aging (KLoSHA). *Diabetes Care*. 2013;33(7):1652-4.
13. Stephen WC, Janssen I. Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly. *J Nutr Health Aging*. 2009;13(5):460-6.
14. Association of sarcopenia and obesity with multimorbidity in Korean adults: a nationwide cross-sectional study. *J Am Med Dir Assoc*. 2016;17(10):96.e1-7.
15. Lee DC, Shook RP, Drenowatz C, Blair SN. Physical activity and sarcopenic obesity: definition, assessment, prevalence and mechanism. *Futur Sci OA*. 2016;doi:1.4155/foa-2016-0028.
16. Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *J PsychoPharmacol*. 2010;24(4 suppl):27-35.
17. LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, et al. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation*. 2005;112:505-12.
18. Stamatakis E, Hamer M, O'Donovan G, Batty GD, Kivimaki M. A non-exercise testing method for estimating cardiorespiratory fitness: associations with all-cause and cardiovascular mortality in a pooled analysis of eight population-based cohorts. *Eur Heart J*. 2013;34(10):750-8.
19. Roubenoff R. Physical activity, inflammation, and muscle loss. *Nutr Rev*. 2007;65(3):208-12.
20. Yang CW, Li CI, Li TC, Liu CS, Lin CH, et al. The joint association of insulin sensitivity and physical activity on the skeletal muscle mass and performance in community-dwelling older adults. *Exp Gerontol*. 2017;95:34-8.
21. Wang Y, Chen S, Zhang J, Zhang Y, Ernsten L, et al. Nonexercise estimated cardiorespiratory fitness and all-cancer mortality: the NHANES-III study. *Mayo Clin Proc*. 2018;doi:1.1016/j.mayocp.2018.01.004.
22. Jurca R, Jackson AS, Lamonte MJ, Morrow JR, Blair SN, et al. Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing. *Am J Prev Med*. 2005;29(3):185-93.
23. Jackson AS, Sui X, O'Conner DP, Church TS, Lee DC, et al. Longitudinal cardiorespiratory fitness algorithms for clinical settings. *Am J Prev Med*. 2012;43(5):512-9.
24. McAuley E, Szabo AN, Mailey EL, Erickson KI, Voss M, et al. Non-exercise estimated cardiorespiratory fitness: associations with brain structure, cognition, and memory complaints in older adults. *Ment Health Phys Act*. 2011;4(1):5-11.
25. Earnest CP, Artero EG, Sui X, Lee DC, Church TS, et al. Maximal estimated cardiorespiratory fitness, cardiometabolic risk factors, and metabolic syndrome in the aerobics center longitudinal study. *Mayo Clin Proc*. 2013;88(3):259-7.
26. Oh JY, Yang YJ, Kim BS, Kang JH. Validity and reliability of Korean version of International physical activity questionnaire (IPAQ) short form. *J Korean Acad Fam Med*. 2007;28(7):532-41.
27. Lee YH, Jung KS, Kim SU, Yoon HJ, Lee BW, et al. Sarcopenia is associated with NAFLD independently of obesity and insulin resistance: Nationwide surveys (KNHANES 2008-20011). *J Hepatol*. 2015;63(2):486-93.
28. Korean society for the Study of Obesity. 2012 Management of obesity. Korean Society for the study of obesity: 17-21.
29. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Cigarette smoking among adults—United States, 1992, and changes in the definition of current cigarette smoking. *Morb Mortal Wkly Rep*. 1994;43(19):342-6.
30. Xi B, Veeranki SP, Zhao M, Ma C, Yan Y, et al. Relationship of alcohol consumption to all-cause, cardiovascular, and cancer-related mortality in US adults. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(8):913-22.
31. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American heart association/national heart, lung, and blood institute scientific statement. *Circulation*. 2005;112(17):2735-52.

32. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008;18(5):388-95.
33. Wannamethee SG, Atkins JL. Muscle loss and obesity: the health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity. *Proc Nutr Soc.* 2015;74(4):405-12.
34. Lee MS. Structures of health inequalities of korean elderly: analysis of korean longitudinal study of ageing. *Health Soc Sci.* 2009;25:5-33.
35. Kim JH, Hwang Bo Y, Hong ES, Ohn JH, Kim CH, et al. Investigation of sarcopenia and its association with cardiometabolic risk factors in elderly subjects. *J Korean Geriatr Soc.* 2010;14(3):121-3.
36. Lee IH, Kong JY, Jin YY, Han JH, Kang HS. Association of sarcopenic obesity and metabolic syndrome risk factors in elderly women. *J KSLES.* 2017;24(2):179-86.
37. Kim TN, Park MS, Kim YJ, Lee EJ, Kim MK, et al. Association of low muscle mass and combined low muscle mass and visceral obesity with low cardiorespiratory fitness. *PLoS ONE.* 2014;9(6):e100118. doi:10.1371/journal.pone.0100118.
38. Chein MY, Kuo HK, Wu YT. Sarcopenia, cardiopulmonary fitness, and physical disability in community-dwelling rlderly people. *Phys Ther.* 2010;90(9):1277-87.
39. Lyerly GW, Sui X, Lavie CJ, Church TS, Hand GA, et al. The association between cardiorespiratory fitness and risk of all-cause mortality among women with impaired fasting glucose or undiagnosed diabetes mellitus. *Mayo Clin Proc.* 2009;84(9):780-6.
40. Sui X, Lee DC, Matthews CE, Adams SA, Herbert JR, et al. Influence of cardiorespiratory fitness on lung cancer mortality. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):872-8.
41. Eriksen L, Curtis T, Grobeak M, Helge J, Tolstrup J. The association between physical activity, cardiorespiratory fitness, and self-rated health. *Prev Med.* 2013;57(6):900-2.
42. Jakicik JM, Otto AD. Physical activity consideration for the treatment and prevention of obesity. *Am J Clin Nutr.* 2005;82(1):226S-9S.